

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
10. Juni 2004 (10.06.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/048635 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C23C 4/00,  
28/00, 4/12

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/010877

(22) Internationales Anmeldedatum:  
1. Oktober 2003 (01.10.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
02026100.4 22. November 2002 (22.11.2002) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GOLDSCHMIDT,  
Dirk [DE/DE]; Hagebuttenweg 14, 47445 Moers (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München  
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

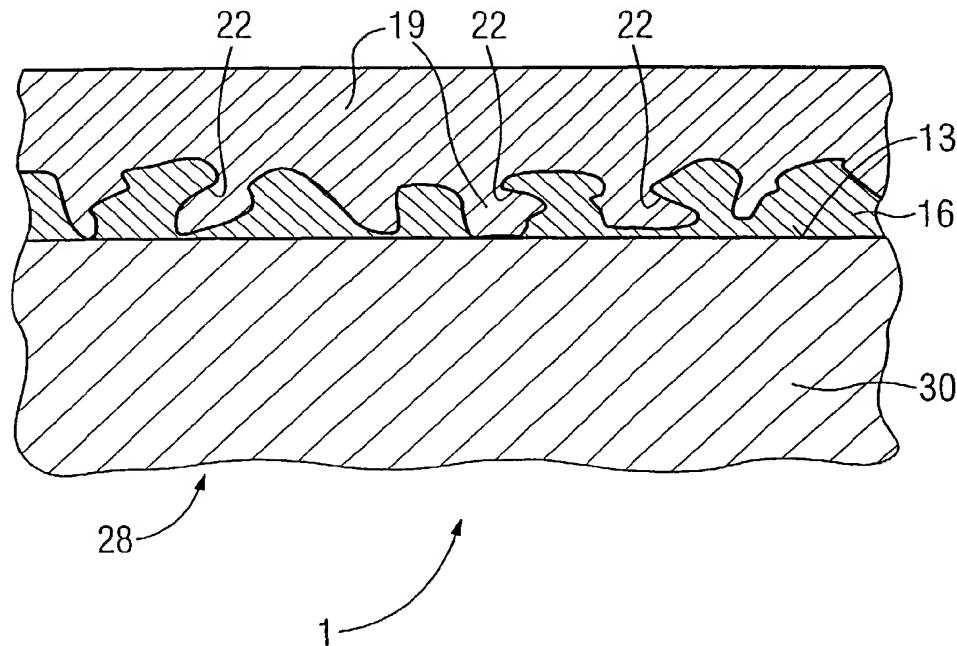
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: LAYER SYSTEM COMPRISING A LAYER PROVIDED WITH UNDERCUT SECTIONS

(54) Bezeichnung: SCHICHTSYSTEM MIT EINER SCHICHT MIT HINTERSCHNEIDUNGEN



(57) Abstract: According to prior art, known coatings for components can be produced in various ways. Not only must said pro-  
duction fulfil specific requirements for specific applications, but it must also be rapid, simple and cost-effective. This is achieved by  
the inventive use of a spray-casting installation (1) to create a layer (16, 19), whereby according to said method, the inventive layer  
system (28) is introduced into known spray-casting installations (1) and is coated.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/048635 A1



---

**(57) Zusammenfassung:** Beschichtungen für Bauteile können nach dem Stand der Technik auf verschiedene Art und Weise hergestellt werden. Dabei müssen nicht nur bestimmte Anforderungen für bestimmte Einsatzbedingungen erfüllt werden, sondern auch die Herstellung muss schnell, einfach und kostengünstig sein. Die erfindungsgemässe Verwendung einer Sprühkompaktierungsanlage (1) zur Erzeugung einer Schicht (16, 19) ermöglicht dies, indem ein erfindungsgemässes Schichtsystem (28) in bekannten Sprühkompaktierungsanlagen (1) eingebracht wird und dort beschichtet wird.

Schichtsystem mit einer Schicht mit Hinterschneidungen

- 5 Die Erfindung betrifft ein Schichtsystem mit einer Schicht mit Hinterschneidungen gemäß dem Anspruch 1.

Beschichtungen von Bauteilen, wie z.B. Bondschichten oder Wärmedämmschichten von hochtemperaturbelasteten Bauteilen,  
10 wie z.B. Gasturbinenbauteilen, werden oft mittels Plasma-spritzen beschichtet, wie es in der US-PS 3,839,618 oder US-PS 4,447,466 beschrieben ist.

Ein Sprühkompaktierungsverfahren ist aus der US-PS 4,418,124  
15 bekannt, bei dem massive Körper hergestellt werden.

Sprühkompaktierungsverfahren, bei dem ein geschmolzenes Metall verdüst wird und in eine Form gespritzt wird um massive dichte Bauteile herzustellen, sind in dem Artikel „Micro-  
20 structure and properties of spray cast Cu-Zr-alloys“, Materials Science and Engineering A145(1991), Seite 243-255 von R.P. Singh beschrieben.

Die Herstellungsbedingungen von massiven dichten Bauteilen  
25 mittels einem Sprühkompaktierungsverfahren sind in dem Artikel „Impingement Behavior of a Spray Cast Aluminum Alloy“ in dem Proceedings Conference „Solidification 1993 in San Antonia, Texas, Februar 15-19, 1998 von D.P. M Matson“ beschrieben.

30 In der US-PS 6,444,331 ist beschrieben, dass eine poröse Bondschicht, die mittels Plasmaspritzen hergestellt wird, zur besseren Haftung dient.

35 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, auf vereinfachte Art und Weise Schichten mit verbesserter Haftung, insbesondere dicke Schichten, herstellen zu können.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Schichtsystem gemäß Anspruch 1.

In dem Unteranspruch ist eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Schichtsystems beschrieben.

Es zeigen

Figur 1 vereinfacht eine Sprühkompaktierungsanlage zwecks Verwendung zur Erzeugung einer Beschichtung auf einem Bauteil,

Figur 2 ein erfindungsgemäßes Schichtsystem und

Figur 3 ein weiteres erfindungsgemäßes Schichtsystem.

15

Figur 1 zeigt eine Sprühkompaktierungsanlage 1, die verwendet wird, um zumindest eine erfindungsgemäße Schicht 16 (Figur 2) auf einem Substrat 30 (Figur 2) zu erzeugen, wobei die Schicht 16, die auch eine Zwischenschicht 16 sein kann, auf dem Substrat 30 haften soll.

In der Sprühkompaktierungsanlage 1 wird beispielsweise aus einer Düse 4 aufgeschmolzenes, bspw. metallisches, Material ausgedüst, so dass ein Materialstrom aus zumindest teilweise flüssigen Teilchen 7 entsteht, die auf die Oberfläche 13 eines Bauteils 10 auftreffen und dort eine Schicht 16, 19 (Fig. 2, 3) erzeugen.

Im Gegensatz zu den herkömmlichen Sprühkompaktierungsanlagen werden die geschmolzenen Teilchen 7 nicht in eine Form eingedüst, wo sie einen massiven Körper bilden sollen, sondern bilden eine Schicht 16 auf einem Bauteil 10.

Insbesondere können mit dieser Beschichtungsmethode einfach, kostengünstig und sehr schnell dicke Schichten auf einem Bauteil 10 hergestellt werden.

Die Mikrostruktur der Schicht kann durch die Verfahrensparameter der Sprühkompaktierungsanlage eingestellt werden. So können die Porosität und/oder Hinterschneidungen gezielt eingestellt werden.

5

Figur 2 zeigt einen Querschnitt durch ein Schichtsystem 28 eines Bauteils 1, das in einer Sprühkompaktierungsanlage 1 hergestellt worden ist.

10

Auf dem Bauteil 1 ist eine Zwischenschicht 16 vorhanden, die mittels Sprühkompaktierung hergestellt worden ist.

15

Die Zwischenschicht 16 kann dicht sein aber auch durch entsprechende Variation der Verfahrensparameter eine poröse Struktur ggf. auch mit Hinterschneidungen 22 aufweisen, die eine bessere Verankerung einer auf der Schicht 16 aufgetragenen Schicht 19 gegenüber einer Schicht ohne Hinterschneidungen und/oder Poren ermöglichen.

20

Die verbesserte Haftung wird nicht nur durch die Hinterschneidungen 22 erreicht, sondern auch durch die vergrößerte Kontaktfläche zwischen der Schicht 16 und 19.

25

Solche Schichten 16 mit Hinterschneidungen 22 können auch mit anderen Methoden (Plasmaspritzen, CVD; PVD) hergestellt werden.

30

Beispielsweise ist das Bauteil 10 eine Turbinenschaufel oder allgemein ein Bauteil 10, das hochtemperaturbelastet ist, und dessen Substrat 30 beispielsweise aus einer nickel- oder kobaltbasierten Superlegierung besteht.

35

Die Schicht 16 ist eine so genannte Zwischenschicht der Zusammensetzung MCrAlX, wobei M für zumindest ein Element der

4

Gruppe Eisen, Nickel oder Cobalt steht und X Yttrium und/oder  
zumindest ein Element der Seltenen Erden ist.

Die Schicht 19 kann eine Verankerungsschicht oder keramische  
5 Wärmedämmschicht sein.

Figur 3 zeigt ein Schichtsystem 28, das nur eine Schicht 16  
aufweist.

10 Die Schicht 16 hat bspw. eine geringe Porosität und ist  
beispielsweise mindestens 0,5 mm dick.  
Solche dicken Schichten lassen sich besonders gut mittels in  
einer Sprühkompaktierungsanlage 1 herstellen.

15

## Patentansprüche

1. Schichtsystem, bestehend aus  
5 einem Substrat (30),  
einer Zwischenschicht (16)  
und zumindest einer Schicht (19) auf der Zwischenschicht  
(16),  
wobei die Zwischenschicht (16) Hinterschneidungen (22)  
10 und/oder Poren aufweist,  
wobei die Zwischenschicht (16) in einer  
Sprühkompaktierungsanlage herstellbar ist
- 15 2. Schichtsystem nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass
- die Schicht (16, 19) mindestens 0,3mm dick ist.

1/1

FIG 1

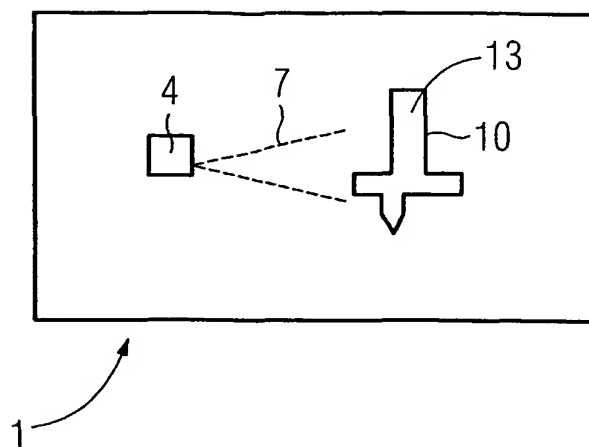


FIG 2

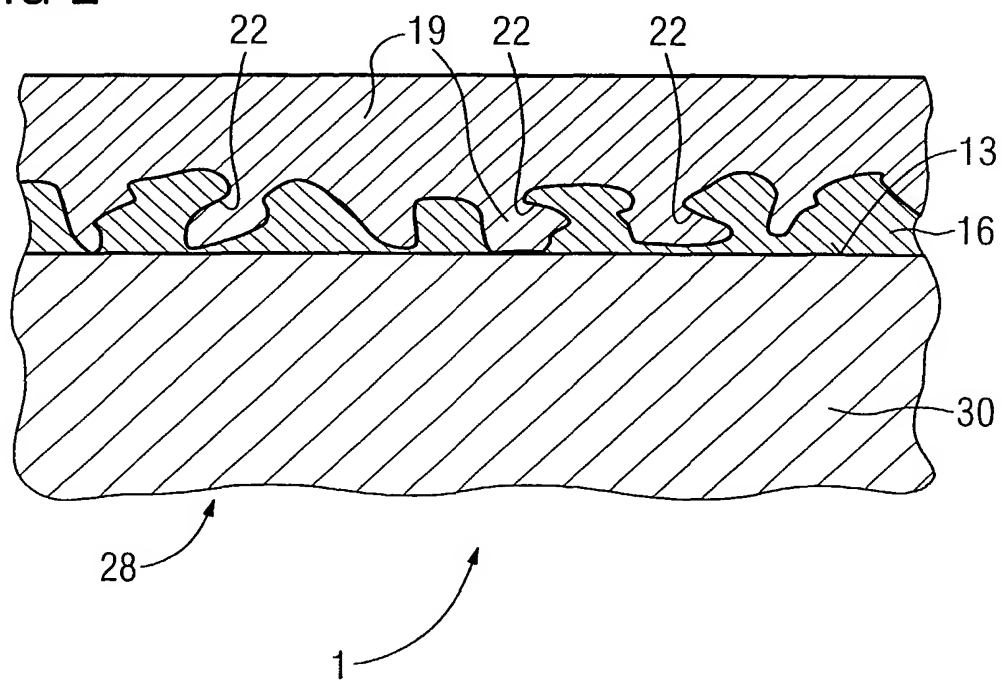
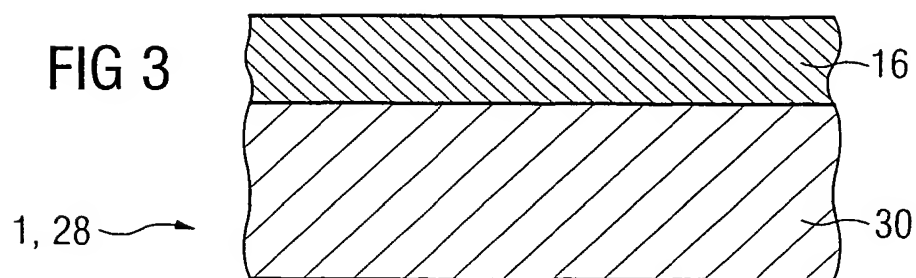


FIG 3





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/10877

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C23C4/00 C23C28/00 C23C4/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 308 535 A (TOCALO CO LTD) 7 May 2003 (2003-05-07) paragraphs '0011!-'0013!; figures 1,2,4; tables 9,10 ---	1,2
X	EP 1 088 909 A (GEN ELECTRIC) 4 April 2001 (2001-04-04) paragraphs '0009!, '0010! paragraph '0013! column 5, line 35-38 paragraphs '0020!, '0021!, '0023!; figure 1 ---	1,2
A	WO 00 50177 A (SPRAYFORM HOLDING LIMITED ;GRANT PATRICK (GB); NEWBERY PIERS (GB);) 31 August 2000 (2000-08-31) abstract -----	1,2

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 February 2004

Date of mailing of the international search report

10/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Rolle, S

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/10877

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 1308535	A	07-05-2003	JP	2003147464 A	21-05-2003
			EP	1308535 A1	07-05-2003
			US	2003170505 A1	11-09-2003
<hr/>					
EP 1088909	A	04-04-2001	US	6368672 B1	09-04-2002
			EP	1088909 A2	04-04-2001
			JP	2001164353 A	19-06-2001
			US	2003008166 A1	09-01-2003
<hr/>					
WO 0050177	A	31-08-2000	EP	1159085 A1	05-12-2001
			WO	0050177 A1	31-08-2000
			US	6623808 B1	23-09-2003
<hr/>					

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 C23C4/00 C23C28/00 C23C4/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C23C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>o</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 308 535 A (TOCALO CO LTD) 7. Mai 2003 (2003-05-07) Absätze '0011!-'0013!; Abbildungen 1,2,4; Tabellen 9,10 ---	1,2
X	EP 1 088 909 A (GEN ELECTRIC) 4. April 2001 (2001-04-04) Absätze '0009!, '0010! Absatz '0013! Spalte 5, Zeile 35-38 Absätze '0020!, '0021!, '0023!; Abbildung 1 ---	1,2
A	WO 00 50177 A (SPRAYFORM HOLDING LIMITED ; GRANT PATRICK (GB); NEWBERRY PIERS (GB);) 31. August 2000 (2000-08-31) Zusammenfassung -----	1,2

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. Februar 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

10/02/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Rolle, S

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/10877

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1308535	A	07-05-2003	JP	2003147464 A	21-05-2003
			EP	1308535 A1	07-05-2003
			US	2003170505 A1	11-09-2003
<hr/>					
EP 1088909	A	04-04-2001	US	6368672 B1	09-04-2002
			EP	1088909 A2	04-04-2001
			JP	2001164353 A	19-06-2001
			US	2003008166 A1	09-01-2003
<hr/>					
WO 0050177	A	31-08-2000	EP	1159085 A1	05-12-2001
			WO	0050177 A1	31-08-2000
			US	6623808 B1	23-09-2003